



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 100 60 220 A 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
F 16 D 3/223

21 Aktenzeichen: 100 60 220.7  
22 Anmeldetag: 4. 12. 2000  
43 Offenlegungstag: 13. 6. 2002

71 Anmelder:  
GKN Automotive GmbH, 53797 Lohmar, DE  
74 Vertreter:  
Harwardt Neumann Patent- und Rechtsanwälte,  
53721 Siegburg

72 Erfinder:  
Krude, Werner, Dipl.-Ing., 53819  
Neunkirchen-Seelscheid, DE; Harz, Peter, 53773  
Hennef, DE

56 Entgegenhaltungen:

DE 40 42 277 C2  
DE 40 31 819 C1  
DE 39 04 655 C1  
DE 197 06 864 A1  
EP 07 94 346 A1  
WO 2 000 60 248 A1  
WO 2 000 31 427 A1

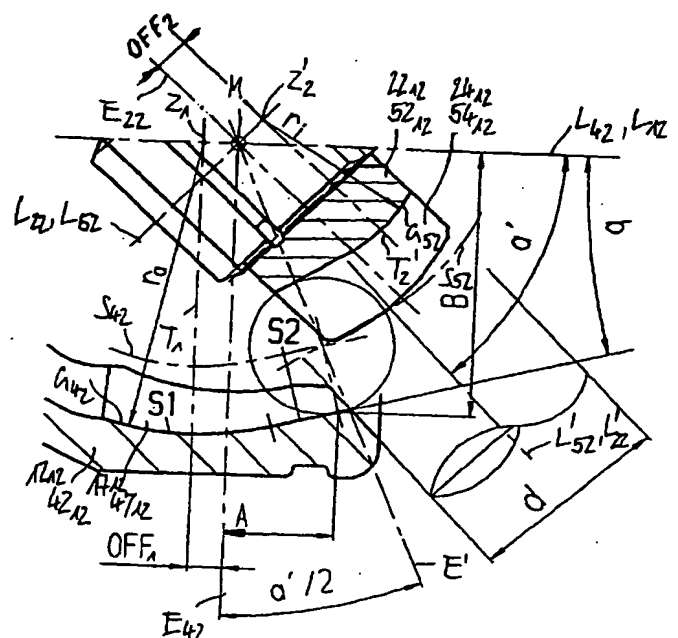
SCHMELZ, F.; SEHERR-THOSS, H.-Chr. Graf von  
Auctor, E.: Gelenke und Gelenkwellen:  
Berechnung,  
Gestaltung, Anwendungen. Berlin u.a.): Springer,  
1988 (Konstruktionsbücher Bd.36) ISBN 3-540-  
18322-1. S. 37-45;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Gleichlauuffestgelenk.

57 Gleichlauuffestgelenk mit den folgenden Merkmalen:  
ein Gelenkaußenteil hat eine erste Längsachse und axial  
zueinander entgegengesetzt liegend Anschlußteil und  
Öffnung und weist äußere Kugelbahnen auf,  
ein Gelenkinnenteil hat eine zweite Längsachse und weist  
innere Kugelbahnen auf,  
die Bahngrundlinien der Bahnpaare bilden jeweils einen  
Öffnungswinkel miteinander, der sich von der Öffnung  
zum Anschlußteil hin öffnet,  
die Bahngrundlinien der äußeren Kugelbahnen der Bahn-  
paare bilden an der Anschlußteilseite einen Radius, des-  
sen Mittelpunkt auf der ersten Längsachse um einen er-  
sten Offset  $OFF_1$  von der Mittelebene des Gelenkaußen-  
teils zum Anschlußteil hin versetzt liegt und entfernen  
sich zur Öffnungsseite hin von einem Kreis mit diesem  
Radius nach außen,  
die Bahngrundlinien der inneren Kugelbahnen der Bahn-  
paare haben an der Öffnungsseite einen Radius, dessen  
Mittelpunkt auf der zweiten Längsachse um einen zweiten  
Offset  $OFF_2$  von der Mittelebene des Gelenkinnenteils zur  
Öffnung hin versetzt liegt und entfernen sich zur An-  
schlußteilseite hin von einem Kreis mit diesem Radius  
nach außen.



DE 100 60 220 A 1

DE 100 60 220 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft das Gebiet der Gleichlauf-drehgelenke und umfaßt eine Art von Gelenktypen, die nachstehend näher erläutert werden. Derartige Gleichlauf-drehgelenke umfassen im Grundsatz ein Gelenkaußenteil mit einer Öffnung und einem Anschlußteil, ein Gelenkinnenteil, in das eine Welle eingesteckt ist, die aus der Öffnung austritt, in Bahnpaaren im Gelenkaußenteil und im Gelenkinnenteil geführte drehmomentübertragende Kugeln, sowie einen Kugelkäfig, der die Kugeln bei gestrecktem Gelenk in einer Mittelebene und bei Gelenkbeugung in der winkelhalbierenden Ebene hält. Die Beugung des Gelenkes ist in der Regel durch das Anschlagen der Welle an dem äußeren Rand der Öffnung des Gelenkaußenteils begrenzt.

[0002] Im Hinblick auf größtmögliche Beugewinkel sind solche Gelenke günstig, die Bahnpaare aufweisen, die sich vom Anschlußteil zur Gelenköffnung hin öffnen, d. h. deren Bahngrundlinien sich in dieser Richtung betrachtet relativ voneinander entfernen. Diese Gelenke sind jedoch ungünstig bezüglich der Gelenkfestigkeit. Mit Gelenken dieser Art befaßt sich die vorliegende Erfindung nicht.

[0003] Im Hinblick auf die Gelenkfestigkeit sind hingegen solche Gelenke günstiger, die Bahnpaare aufweisen, die sich von der Gelenköffnung zum Anschlußteil hin öffnen, d. h. bei denen die Bahngrundlinien sich in dieser Richtung betrachtet voneinander entfernen. Gelenke dieser Art sind Gegenstand der vorliegenden Anmeldung.

[0004] Es ist eine erste Gruppe dieser Gelenke bekannt, bei denen alle Bahnpaare dieses Charakteristikum aufweisen. Bei diesen Gelenken ist die Festigkeit des Gelenkaußenteils erheblich verbessert, die Belastung des Kugelkäfigs jedoch unverändert hoch.

[0005] Es ist daneben eine zweite Gruppe dieser Gelenke bekannt, bei denen nur ein Teil der Bahnpaare dieses Charakteristikum haben. Bei diesen Gelenken ist sowohl die Festigkeit des Gelenkaußenteils verbessert, als auch die Belastung des Kugelkäfigs reduziert.

[0006] Die Gelenke beider Gruppen sind in der Festigkeit gegenüber den erstgenannten Gelenken verbessert, weisen jedoch Beschränkungen hinsichtlich des Beugewinkels auf.

[0007] Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, bei Gelenken dieser Art größere Beugewinkel zu ermöglichen. Die Lösung hierfür besteht in der erfindungsgemäßen Ausgestaltung der sich zur Anschlußseite bzw. zum Anschlußteil hin öffnenden Bahnpaare, die nach verschiedenen Ansätzen in den unabhängigen Patentansprüche definiert sind.

[0008] Die Gattung von Gelenken, auf die die Erfindung anwendbar ist, läßt sich also definieren als Gleichlaufgestelenke mit den folgenden Merkmalen. Ein Gelenkaußenteil hat eine erste Längsachse und axial zueinander entgegengesetzt liegend Anschlußteil bzw. Anschlußseite und Durchtrittsöffnung für eine Welle und weist äußere Kugelbahnen auf, ein Gelenkinnenteil hat eine zweite Längsachse und weist innere Kugelbahnen auf, die äußeren Kugelbahnen haben Mittellinien und dazu äquidistante Bahngrundlinien, die gekrümmt in Ebenen durch die erste Längsachse verlaufen, die inneren Kugelbahnen haben Mittellinien und dazu äquidistante Bahngrundlinien, die gekrümmt in Ebenen durch die zweite Längsachse verlaufen, die äußeren Kugelbahnen und die inneren Kugelbahnen bilden Bahnpaare miteinander, die jeweils eine drehmomentübertragende Kugel aufnehmen, ein Kugelkäfig sitzt zwischen Gelenkaußenteil und Gelenkinnenteil und weist umfangsverteilte Käfigfenster auf, die jeweils eine drehmomentübertragende Kugel aufnehmen, die Mittelpunkte der Kugeln werden vom Käfig bei gestrecktem Gelenk in einer Mittelebene gehalten, die Mit-

tellinien der Bahnpaare sind bei gestrecktem Gelenk spiegelsymmetrisch zueinander in Bezug auf diese Mittelebene, die Bahngrundlinien der Bahnpaare bilden einen Öffnungswinkel miteinander. Eine erste Gruppe von Gelenken weist hierbei ausschließlich Bahnpaare auf, deren Öffnungswinkel sich von der Öffnung zur Anschlußseite/zum Anschlußteil hin öffnet, solche sogenannten UFA-Gelenke sind in den Fig. 1 und 2 dargestellt; eine zweite Gruppe von Gelenken hat dagegen über dem Umfang betrachtet nur an einem Teil, insbesondere jedem zweiten der Bahnpaare einen Öffnungswinkel, der sich von der Öffnung zur Anschlußseite/zum Anschlußteil hin öffnet, solche sogenannten UFC-Gelenke sind in den Fig. 3 und 4 dargestellt.

[0009] Die nachfolgenden erfindungsgemäßen Definitionen beziehen sich jeweils ausschließlich auf die genannten erfindungsgemäßen Bahnpaare, deren Öffnungswinkel sich von der Öffnung zur Anschlußseite/zum Anschlußteil hin öffnet. Soweit außerdem noch Bahnpaare vorhanden sind, die sich von der Anschlußseite/vom Anschlußteil zur Öffnung hin weiten, müssen diese den erfindungsgemäßen Definitionen nicht notwendig folgen und können abweichend hiervon ausgebildet sein.

[0010] Nach einer ersten erfindungsgemäßen Lösung wird vorgeschlagen, daß die Bahngrundlinien der äußeren Kugelbahnen der Bahnpaare an der Anschlußteilseite einen Radius  $r_a$  bilden, dessen Mittelpunkt auf der ersten Längsachse um einen ersten Offset  $OFF_1$  von der Mittelebene des Gelenkaußenteils zum Anschlußteil hin versetzt liegt und sich zur Öffnungsseite hin von einem Kreis mit diesem Radius  $r_a$  nach außen entfernen, während die Bahngrundlinien der inneren Kugelbahnen der Bahnpaare an der Öffnungsseite einen Radius  $r_i$  haben, dessen Mittelpunkt auf der zweiten Längsachse um einen zweiten Offset  $OFF_2$  von der Mittelebene des Gelenkinnenteils zur Öffnung hin versetzt liegt und sich zur Anschlußteilseite hin von einem Kreis mit diesem Radius  $r_i$  entfernen.

[0011] Nach einer anderen grundsätzlichen Lösung ist vorgesehen, daß die Bahngrundlinien der äußeren Kugelbahnen der Bahnpaare durchgehend einen Radius  $r_a$  haben, dessen Mittelpunkt jenseits der ersten Längsachse und um einen ersten Offset  $OFF_1$  von der Mittelebene des Gelenkaußenteils zum Anschlußteil hin versetzt liegt, während die Bahngrundlinien der inneren Kugelbahnen der Bahnpaare durchgehend einen Radius  $r_i$  haben, dessen Mittelpunkt jenseits der zweiten Längsachse und um einen zweiten Offset  $OFF_2$  von der Mittelebene des Gelenkinnenteils zur Öffnung hin versetzt liegt.

[0012] Nach einer dritten grundsätzlichen Möglichkeit ist vorgesehen, daß die Bahngrundlinien der äußeren Kugelbahnen dieser Bahnpaare an der Anschlußteilseite einen Radius  $r_a$  haben, dessen Mittelpunkt jenseits der ersten Längsachse und um einen ersten Offset  $OFF_1$  von der Mittelebene des Gelenkaußenteils zum Anschlußteil hin versetzt liegt und sich zur Öffnungsseite hin von einem Kreis mit diesem Radius  $r_a$  nach außen entfernen, während die Bahngrundlinien der inneren Kugelbahnen dieser Bahnpaare einen Radius  $r_i$  haben, dessen Mittelpunkt jenseits der zweiten Längsachse und um einen zweiten Offset  $OFF_2$  von der Mittelebene des Gelenkinnenteils zur Öffnung hin versetzt liegt und sich zur Anschlußteilseite hin von einem Kreis mit diesem Radius  $r_i$  nach außen entfernen.

[0013] In besonderen Ausgestaltungsformen der ersten und dritten Lösung können die Bahngrundlinien jeweils aus einem Kreisbogenabschnitt mit dem Radius  $r_a$ ,  $r_i$  und einem sich tangential daran anschließenden Geradenabschnitt bestehen. Nach einer anderen Weiterbildung können die die Bahngrundlinien jeweils aus einem Kreisbogenabschnitt mit dem Radius  $r_a$ ,  $r_i$  und einem sich tangential daran anschlie-

benden zweiten Kreisbogenabschnitt mit dem Radius  $R_{ac}$ ,  $R_a$  bestehen, der größer ist als der Radius  $r_a$ ,  $r_i$ . Nach einer weiteren Abwandlung können die Bahngrundlinien jeweils aus einem Kreisbogenabschnitt mit dem Radius  $r_a$ ,  $r_i$ , einem entgegengesetzt gekrümmten Kreisbogenabschnitt mit dem Radius  $n_{1a}$ ,  $r_{1i}$  und einer sich daran tangential anschließenden Geraden bestehen. Nach einer weiteren Ausführungsform schließlich können die Bahngrundlinien jeweils aus einem Kreisbogenabschnitt mit dem Radius  $r_a$ ,  $r_i$ , einem sich daran tangential anschließenden Geradenabschnitt, einem entgegengesetzt zum ersten Abschnitt gekrümmten Kreisbogenabschnitt mit dem Radius  $n_{1a}$ ,  $r_{1i}$  und einer sich tangential daran anschließenden Geraden bestehen.

[0014] Die Gelenkfestigkeit im Gelenkaußenteil ist dadurch gesteigert, daß der Scheitelpunkt der Bahnkrümmung der äußeren Kugelbahnen weit entfernt von der Öffnung liegt, während durch den Bahnverlauf der äußeren Kugelbahnen zur Öffnung hin der Gelenkbeugewinkel relativ vergrößert wird.

[0015] Bevorzugte Ausführungsbeispiele von erfindungsgemäßen Gelenken werden nachstehend anhand der Zeichnungen näher erläutert.

[0016] Es zeigen

[0017] Fig. 1 ein Gelenk nach dem Stand der Technik, bei welchem sich sämtliche Bahnpaare von der Gelenköffnung zum Anschlußteil hin öffnen, in einer ersten Ausführung;

[0018] Fig. 2 ein Gelenk nach dem Stand der Technik, bei welchem sich sämtliche Bahnpaare von der Gelenköffnung zum Anschlußteil hin öffnen, in einer zweiten Ausführung;

[0019] Fig. 3 ein Gelenk nach dem Stand der Technik, bei dem sich ein Teil der Bahnpaare von der Gelenköffnung zum Anschlußteil hin öffnet, in einer ersten Ausgestaltung;

[0020] Fig. 4 ein Gelenk nach dem Stand der Technik, bei dem sich ein Teil der Bahnpaare von der Gelenköffnung zum Anschlußteil hin öffnet, in einer zweiten Ausgestaltung;

[0021] Fig. 5 zeigt das Gelenk nach dem Stand der Technik gemäß Fig. 4 in abgewinkelter Stellung;

[0022] Fig. 6 zeigt ein Gelenk ähnlich Fig. 4 gemäß der Erfindung in abgewinkelter Stellung;

[0023] Fig. 7 zeigt ein erfindungsgemäßes Gelenk im Halbschnitt in einer zweiten Ausführung;

[0024] Fig. 8 zeigt ein erfindungsgemäßes Gelenk im Halbschnitt in einer dritten Ausführung;

[0025] Fig. 9 zeigt ein erfindungsgemäßes Gelenk im Halbschnitt in einer vierten Ausführung;

[0026] Fig. 10 zeigt ein erfindungsgemäßes Gelenk im Halbschnitt in einer fünften Ausführung;

[0027] Fig. 11 zeigt ein erfindungsgemäßes Gelenk im Halbschnitt in einer sechsten Ausführung;

[0028] Fig. 12 zeigt ein erfindungsgemäßes Gelenk im Halbschnitt in einer siebten Ausführung.

[0029] Fig. 1 zeigt ein Gleichlaufdrehgelenk 11 mit einem zweiteiligen Gelenkaußenteil 12, an dem ein Ringteil 13, ein Anschlußteil 14 und ein Zapfen 15 erkennbar sind. Das Ringteil 13 bildet eine Gelenköffnung 16. Im Inneren des Ringteils sind äußere Kugelbahnen 17 ausgebildet, die sich bis in das Anschlußteil 14 hinein erstrecken. Im Gelenkaußenteil 12 sitzt ein Gelenkinnenteil 22, in das eine Welle 23 eingesteckt ist. Am Gelenkinnenteil 22 sind innere Kugelbahnen 24 ausgebildet. Das Gelenkaußenteil 12 hat eine innere kugelige Führungsfläche 18 im Ringteil und einen ergänzenden Führungsflächenabschnitt 19 im Anschlußteil. Das Gelenkinnenteil 22 hat eine äußere kugelige Führungsfläche 25. Zwischen der inneren Führungsfläche 18 und der äußeren Führungsfläche 25 sitzt ein Kugelkäfig 29, der kugelige Gleitflächen 30, 31 hat, die mit den Führungsflächen zusammenwirken. Der Kugelkäfig weist umfangsverteilt

Käfigfenster 32 auf, die jeweils eine Kugel 35 aufnehmen. Die Kugeln greifen jeweils in Bahnpaare, die aus äußeren Kugelbahnen 17 und inneren Kugelbahnen 24 gebildet werden, ein. Eine senkrecht auf den Achsen  $L_{12}$ ,  $L_{22}$  stehende Mittelebene E durch die Kugelmittelpunkte definiert mit ihrem Schnittpunkt mit den Achsen den Gelenkmittelpunkt M. Die Bahngrundlinien  $G_{12}$ ,  $G_{22}$  der Kugelbahnen 17, 24 entfernen sich von der Öffnung 16 ausgehend zum Anschlußteil 14 hin voneinander. Hierbei werden die Bahnmittellinien  $S_{12}$ ,  $S_{22}$  im wesentlichen durch Kreisbögen mit anschließenden Tangenten gebildet, deren Kreismittelpunkte auf den Achsen  $L_{12}$ ,  $L_{22}$  liegen und in entgegengesetzten Richtungen gegenüber dem Gelenkmittelpunkt M versetzt sind. Mit A ist der axiale Abstand vom Gelenkmittelpunkt M bis zum Kontaktpunkt der Kugel 35 mit der äußeren Kugelbahn 17 im Gelenkaußenteil 12 bei maximalem Beugewinkel des Gelenks bezeichnet und mit B der radiale Abstand von der Achse  $L_{12}$  bis zum genannten Kontaktpunkt der Kugel 35 mit der äußeren Kugelbahn 17 im Gelenkaußenteil 12 bei maximalem Beugewinkel. Der maximale Beugewinkel des Gelenks wird durch den Anschlag der Welle am Gelenkaußenteil 12 und durch das Ende der wirksamen Führung der Kugel 35 in der äußeren Kugelbahn 17 im Gelenkaußenteil 12 bestimmt. Der Kontaktpunkt liegt bei dem hier dargestellten Gelenk mit runder Bahnquerschnittsform im Bahngrund; bei Gelenken mit anderen Bahnquerschnittsformen können Paare von Kontaktpunkten sich gegenüberliegend in den Bahnflanken liegen. Das Gelenk kann eine gerade oder eine ungerade Anzahl von Bahnpaaren haben, die über dem Umfang sämtlich gleich sind und sich wie das geschnittene Bahnpaar darstellen.

[0030] Fig. 2 zeigt ein Gleichlaufdrehgelenk 11' mit einem zweiteiligen Gelenkaußenteil 12', an dem ein Ringteil 13', ein Anschlußteil 14' und ein Zapfen 15' erkennbar sind. Das Ringteil 13' bildet eine Gelenköffnung 16'. Im Inneren des Ringteils sind äußere Kugelbahnen 17' ausgebildet. Im Gelenkaußenteil 12' sitzt ein Gelenkinnenteil 22', an das sich eine Welle 23' einteilig anschließt. Am Gelenkinnenteil 22' sind innere Kugelbahnen 24' ausgebildet. Das Gelenkaußenteil 12' hat eine innere kugelige Führungsfläche 18' im Ringteil und eine Führungsfläche 19' im Anschlußteil. Das Gelenkinnenteil 22' hat eine äußere kugelige Führungsfläche 25'. Ein erster Führungsbereich der Führungsfläche 25' ist in unmittelbarem Kontakt mit der Führungsfläche 18'. Zwischen der inneren Führungsfläche 19' und einem zweiten Führungsbereich der äußeren Führungsfläche 25' sitzt ein halbschalenförmiger Kugelkäfig 29, der kugelige Gleitflächen 30', 31' hat, die mit den Führungsflächen zusammenwirken. Der Kugelkäfig stützt mit einer Käfigkante 32' die Kugeln 35' ab. Die Kugeln greifen jeweils in Bahnpaare, die aus äußeren Kugelbahnen 17' und inneren Kugelbahnen 24' gebildet werden, ein. Eine senkrecht auf den Achsen  $L_{12}$ ,  $L_{23}$  stehende Ebene E durch die Kugelmittelpunkte definiert mit ihrem Schnittpunkt mit den Achsen den Gelenkmittelpunkt M. Die Bahngrundlinien  $G_{12}$ ,  $G_{22}$  der Kugelbahnen 17', 24' entfernen sich von der Öffnung 16' ausgehend zum Anschlußteil 14' hin voneinander. Hierbei werden die Bahnmittellinien  $S_{21}$ ,  $S_{22}$  im wesentlichen durch Kreisbögen mit anschließenden Tangenten gebildet, deren Kreismittelpunkte auf den Achsen  $L_{12}$ ,  $L_{23}$  liegen und in entgegengesetzten Richtungen gegenüber dem Gelenkmittelpunkt M versetzt sind. Mit A ist der axiale Abstand vom Gelenkmittelpunkt M bis zum Kontaktpunkt der Kugel 35' mit der äußeren Kugelbahn 17' im Gelenkaußenteil 12' bei maximalem Beugewinkel des Gelenks bezeichnet und mit B der radiale Abstand von der Achse  $L_{12}$  bis zum genannten Kontaktpunkt der Kugel 35' mit der äußeren Kugelbahn 17' im Gelenkaußenteil 12' bei maximalem Beugewinkel. Der ma-

ximale Beugewinkel des Gelenks wird durch den Anschlag der Welle am Gelenkaußenteil 12' und durch das Ende der wirksamen Führung der Kugel 35' in der äußeren Kugelbahn 17' im Gelenkaußenteil 12' bestimmt. Der Kontaktpunkt liegt bei dem hier dargestellten Gelenk mit runder Bahnquerschnittsform im Bahngrund; bei Gelenken mit anderen Bahnquerschnittsformen können Paare von Kontaktpunkten sich gegenüberliegend in den Bahnflanken liegen. Das Gelenk kann eine gerade oder eine ungerade Anzahl von Bahnpaaren haben, die über dem Umfang sämtlich gleich sind und sich wie das geschnittene Bahnpaar darstellen.

[0031] In Fig. 3 ist ein Gelenk 41 gezeigt, dessen Gelenkaußenteil 42 aus einem Ringteil 43 und einem Anschlußteil 44 zusammengesetzt ist. Das Anschlußteil 44 weist einen einstückig angesetzten Zapfen 45 auf. Ringteil 43 und Anschlußteil 44 sind über eine Reibschweißnaht 50 miteinander verbunden. Im Gelenkaußenteil sitzt ein Gelenkinnenteil 52 ein. Zwischen dem Gelenkaußenteil 42 und dem Gelenkinnenteil 52 befindet sich ein Kugelkäfig 59 mit umfangsverteilten Käfigenstern 62, in denen Kugeln 65 aufgenommen sind. Gelenkaußenteil und Gelenkinnenteil bilden erste Bahnpaare bestehend aus äußeren Kugelbahnen 47 und inneren Kugelbahnen 54, deren Bahngrundlinien  $G_{42}$ ,  $G_{52}$  sich von der Gelenköffnung 46 zum Anschlußteil 44 hin öffnen, sowie zweite Bahnpaare bestehend aus äußeren Kugelbahnen 49 und inneren Kugelbahnen 56, deren Bahngrundlinien  $G_{42}$ ,  $G_{52}$  sich vom Anschlußteil 44 zur Gelenköffnung 46 hin öffnen. Die Mittellinien  $S_{42}$ ,  $S_{52}$ ,  $S_{42}$ ,  $S_{52}$  der Kugelbahnen bestehen jeweils aus Kreisbögen mit anschließenden Tangenten, deren Kreismittelpunkte auf den Achsen  $L_{42}$ ,  $L_{52}$  in entgegengesetzte Richtungen vom Gelenkmittelpunkt M aus versetzt liegen. Mit A ist der axiale Abstand vom Gelenkmittelpunkt M bis zum Kontaktpunkt der Kugel 65 mit der äußeren Kugelbahn 47 im Gelenkaußenteil 42 bei maximalem Beugewinkel des Gelenks bezeichnet und mit B der radiale Abstand von der Achse  $L_{42}$  bis zum genannten Kontaktpunkt der Kugel 65 mit der äußeren Kugelbahn 47 im Gelenkaußenteil 42 bei maximalem Beugewinkel. Der maximale Beugewinkel des Gelenks wird durch den Anschlag der Welle am Gelenkaußenteil 42 und durch das Ende der wirksamen Führung der Kugel 65 in der äußeren Kugelbahn 47 im Gelenkaußenteil 42 bestimmt. Der Kontaktpunkt liegt bei dem hier dargestellten Gelenk mit runder Bahnquerschnittsform im Bahngrund; bei Gelenken mit anderen Bahnquerschnittsformen können Paare von Kontaktpunkten sich gegenüberliegend in den Bahnflanken liegen. Die beiden unterschiedlichen Bahnpaare können auf dem Umfang jeweils abwechselnd oder auch in Paaren abwechselnd verteilt sein.

[0032] In Fig. 4 ist ein Gelenk 41' gezeigt, dessen Gelenkaußenteil 42' aus einem Ringteil 43' und einem Anschlußteil 44' besteht. Das Anschlußteil 44' weist einen einstückig angesetzten Zapfen 45' auf. Ringteil 43' und Anschlußteil 44' sind einstückig ausgebildet. Im Gelenkaußenteil 42' sitzt ein Gelenkinnenteil 52' ein. Zwischen dem Gelenkaußenteil 42' und dem Gelenkinnenteil 52' befindet sich ein Kugelkäfig 59' mit umfangsverteilten Käfigenstern 62', in denen Kugeln 65' aufgenommen sind. Gelenkaußenteil und Gelenkinnenteil bilden erste Bahnpaare bestehend aus äußeren Kugelbahnen 47' und inneren Kugelbahnen 54', deren Bahngrundlinien  $G_{42}$ ,  $G_{52}$  sich von der Gelenköffnung 46' zum Anschlußteil 44' hin öffnen, sowie zweite Bahnpaare bestehend aus äußeren Kugelbahnen 49' und inneren Kugelbahnen 56', deren Bahngrundlinien  $G_{42}$ ,  $G_{52}$  sich vom Anschlußteil 44' zur Gelenköffnung 46' hin öffnen. Die Mittellinien  $S_{42}$ ,  $S_{52}$ ,  $S_{42}$ ,  $S_{52}$  der Kugelbahnen bestehen jeweils aus reinen Kreisbögen, deren Kreismittelpunkte auf den Achsen  $L_{42}$ ,  $L_{52}$  in entgegengesetzte Richtungen vom Ge-

lenkmittelpunkt M aus versetzt liegen. Mit A ist der axiale Abstand vom Gelenkmittelpunkt M bis zum Kontaktpunkt der Kugel 65' mit der äußeren Kugelbahn 47' im Gelenkaußenteil 42' bei maximalem Beugewinkel des Gelenks bezeichnet und mit B der radiale Abstand von der Achse  $L_{42}$  bis zum genannten Kontaktpunkt der Kugel 65' mit der äußeren Kugelbahn 47' im Gelenkaußenteil 42' bei maximalem Beugewinkel. Der maximale Beugewinkel des Gelenks wird durch den Anschlag der Welle am Gelenkaußenteil 42' und durch das Ende der wirksamen Führung der Kugel 65' in der äußeren Kugelbahn 47' im Gelenkaußenteil 42' bestimmt. Der Kontaktpunkt liegt bei dem hier dargestellten Gelenk mit runder Bahnquerschnittsform im Bahngrund; bei Gelenken mit anderen Bahnquerschnittsformen können Paare von Kontaktpunkten sich gegenüberliegend in den Bahnflanken liegen. Die beiden unterschiedlichen Bahnpaare können auf dem Umfang jeweils abwechselnd oder auch in Paaren abwechselnd verteilt sein.

[0033] In Fig. 5 ist das Gelenk nach Fig. 4 nach dem Stand der Technik in gebeugter Stellung gezeigt. Die Achse  $L_{52}$  des Gelenkinnenteils 52' bildet mit der Achse  $L_{42}$  des Gelenkaußenteils 42' einen Winkel  $\alpha$ , der dadurch begrenzt ist, daß die Welle 53' in der Öffnung 46' des Gelenkaußenteils anschlägt. Der Schnittpunkt der Achsen  $L_{42}$ ,  $L_{52}$  liegt im Gelenkmittelpunkt M. Die Mittellinien  $S_{42}$ ,  $S_{52}$ ,  $S_{42}$ ,  $S_{52}$  aller äußeren und inneren Kugelbahnen 47', 54', 49', 56' werden durch Kreisbögen gebildet, deren Mittelpunkte jeweils auf der jeweiligen Achse  $L_{42}$ ,  $L_{52}$  des entsprechenden Gelenkteils 42', 52' in entgegengesetzten Richtungen von der Mittelebene des entsprechenden Gelenkteils 42', 52' versetzt liegen. Die Bahnmittellinien bilden ihrerseits paarweise Schnittpunkte miteinander, die die geometrischen Orte für die Mittelpunkte der Kugeln 65' sind. Mit A ist der axiale Abstand vom Gelenkmittelpunkt M bis zum Kontaktpunkt der Kugel 65' mit der äußeren Kugelbahn 47' im Gelenkaußenteil 42' bei maximalem Beugewinkel des Gelenks bezeichnet und mit B der radiale Abstand von der Achse  $L_{42}$  bis zum genannten Kontaktpunkt der Kugel 65' mit der äußeren Kugelbahn 47' im Gelenkaußenteil 42' bei maximalem Beugewinkel. Der maximale Beugewinkel des Gelenks wird durch den Anschlag der Welle am Gelenkaußenteil 42' und durch das Ende der wirksamen Führung der Kugel 65' in der äußeren Kugelbahn 47' im Gelenkaußenteil 42' bestimmt. Aus diesen Maßen ergibt sich im Zusammenwirken mit dem Durchmesser d der Welle 53' der maximale Beugewinkel  $\alpha$  mit  $45^\circ$ . Der Kontaktpunkt liegt bei dem hier dargestellten Gelenk mit runder Bahnquerschnittsform im Bahngrund; bei Gelenken mit anderen Bahnquerschnittsformen können Paare von Kontaktpunkten sich gegenüberliegend in den Bahnflanken liegen.

[0034] In Fig. 6 ist ein Gelenk ähnlich Fig. 4 gemäß der Erfindung in gebeugter Stellung gezeigt. Die Achse  $L_{52}$  des Gelenkinnenteils 52<sub>6</sub> bildet mit der Achse  $L_{42}$  des Gelenkaußenteils 42<sub>6</sub> einen Winkel  $\alpha_1$ , der dadurch begrenzt ist, daß die Welle 53<sub>6</sub> in der Öffnung 46<sub>6</sub> des Gelenkaußenteils anschlägt. Der Schnittpunkt der Achsen  $L_{42}$ ,  $L_{52}$  liegt im Gelenkmittelpunkt M. Die Mittellinien  $S_{42}$ ,  $S_{52}$  der äußeren und inneren Kugelbahnen 49<sub>6</sub>, 56<sub>6</sub> werden durch reine Kreisbögen, die Mittellinien  $S_{42}$ ,  $S_{52}$  der äußeren und inneren Kugelbahnen 47<sub>6</sub>, 54<sub>6</sub> durch Kreisbögen mit anschließender Tangente gebildet, deren Kreisbögenmittelpunkte jeweils auf der jeweiligen Achse des entsprechenden Gelenkteils 42<sub>6</sub>, 52<sub>6</sub> in entgegengesetzten Richtungen zum Gelenkmittelpunkt M versetzt liegen. Die Bahnmittellinien bilden ihrerseits paarweise Schnittpunkte miteinander, die die geometrischen Orte für die Mittelpunkte der Kugeln 65<sub>6</sub> sind. Mit A ist der axiale Abstand vom Gelenkmittelpunkt M bis zum Kontaktpunkt der Kugel 65<sub>6</sub> mit der äußeren Kugel-

bahn 47<sub>6</sub> im Gelenkaußenteil 42<sub>6</sub> bei maximalem Beugewinkel des Gelenks bezeichnet und mit B der radiale Abstand von der Achse L<sub>42</sub> bis zum genannten Kontaktpunkt der Kugel 65<sub>6</sub> mit der äußeren Kugelbahn 47<sub>6</sub> im Gelenkaußenteil 42<sub>6</sub> bei maximalem Beugewinkel. Der maximale Beugewinkel des Gelenks wird durch den Anschlag der Welle am Gelenkaußenteil 42<sub>6</sub> und durch das Ende der wirksamen Führung der Kugel 65<sub>6</sub> in der äußeren Kugelbahn 47<sub>6</sub> im Gelenkaußenteil 42<sub>6</sub> bestimmt. Aus diesen Maßen ergibt sich im Zusammenwirken mit dem Durchmesser d der Welle 53<sub>6</sub> der maximale Beugewinkel  $\alpha_1$  mit 47°. Der Kontaktpunkt liegt bei dem hier dargestellten Gelenk mit runder Bahnquerschnittsform im Bahngrund; bei Gelenken mit anderen Bahnquerschnittsformen können Paare von Kontaktpunkten sich gegenüberliegend in den Bahnflanken liegen. [0035] Im Vergleich der Fig. 5 des Gelenks nach dem Stand der Technik mit Fig. 6 des Gelenkes gemäß der Erfindung ist darauf hinzuweisen, daß der Winkel  $\alpha_1$  gegenüber dem Winkel  $\alpha$  größer ist. Dies ist durch die genannte Veränderung der Bahnmittellinien bewirkt worden, mit der eine Vergrößerung des Maßes B und eine Reduzierung des Maßes A einhergeht.

[0036] In den nachfolgenden Fig. 7 bis 12 ist jeweils nur ein Teil eines Gelenkaußenteils 12, 42 mit einer sich zum Anschlußteil hin öffnenden äußeren Kugelbahn 17, 47 in verschiedenen Ausführungen dargestellt. In allen Abwandlungen ist das Öffnungsmaß B gegenüber dem Stand der Technik vergrößert, während das Axialmaß A gegenüber dem Stand der Technik verringert ist. Im Halbschnitt ist das festgehaltene mit horizontaler Achse dargestellte Gelenkaußenteil und das demgegenüber um den Winkel  $\alpha$  nach links geschwenkte Gelenkinnenteil jeweils mit voll ausgezogenen Linien dargestellt. Der Kugelkäfig ist nicht gezeigt. Weiterhin sind mit dünnen Linien jeweils die Welle 23, 53 in einer um den Winkel  $\alpha$  nach rechts geschwenkten Anschlagposition an der Gelenköffnung 16, 46 sowie eine Kugel 35, 65 in ihrer mit dem nach links geschwenkten Gelenkinnenteil zusammen um den Winkel  $\alpha/2$  ausgewanderten Position gezeigt. Die ineinander gezeichnete Welle 23, 53 und Kugel 35, 65 stellen sich somit tatsächlich auf diametral entgegengesetzten Seiten der Achse L<sub>42</sub> ein.

[0037] In allen Figuren ist mit M der Gelenkmittelpunkt und mit Z<sub>1</sub> und Z<sub>2</sub> auf den Achsen L<sub>12</sub>, L<sub>22</sub>, L<sub>42</sub>, L<sub>52</sub> in entgegengesetzte vom Gelenkmittelpunkt M versetzte Zentren von erzeugenden Krümmungsradien der Bahnen gezeigt. Die Lage der Zentren Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub> in Richtung der Achsen ist bezeichnet durch einen Axialversatz OFF<sub>1</sub> von der Mittelebene E<sub>12</sub>, E<sub>42</sub> des Gelenkaußenteils aus und durch einen Axialversatz OFF<sub>2</sub> von der Mittelebene E<sub>22</sub>, E<sub>52</sub> des Gelenkinnenteils aus. Die winkelhalbierende Ebene ist mit E' bezeichnet.

[0038] Die Beschreibung der äußeren Kugelbahnen 17, 47 erfolgt im weiteren jeweils vom Anschlußteil zur Öffnung, während die Beschreibung der inneren Kugelbahnen 24, 54 im folgenden jeweils von der Öffnung in Richtung zum Anschlußteil erfolgt.

[0039] In Fig. 7 setzt sich die äußere Kugelbahn 17<sub>7</sub>, 47<sub>7</sub> im Gelenkaußenteil 22<sub>7</sub>, 42<sub>7</sub> aus einem ersten Abschnitt S<sub>1</sub> und einem zweiten Abschnitt S<sub>5</sub> zusammen, wobei sich die weiteren Angaben auf den Bahngrund G<sub>12</sub>, G<sub>42</sub> beziehen. Der Abschnitt S<sub>1</sub> ist mit dem Radius r<sub>a</sub> um den Mittelpunkt Z<sub>1</sub> gebildet und geht bis zur Radialebene T<sub>1</sub> durch die Mittelpunkte Z<sub>1</sub> und Z<sub>3</sub>. Der Abschnitt S<sub>5</sub> ist mit dem größeren Radius R<sub>ae</sub> um einen exzentrischen Mittelpunkt Z<sub>3</sub> gebildet und reicht von der Radialebene T<sub>1</sub> bis zur Öffnung 16<sub>7</sub>, 46<sub>7</sub> des Gelenkaußenteils. Die innere Kugelbahn 24<sub>7</sub>, 54<sub>7</sub> auf dem Gelenkinnenteil setzt sich aus entsprechenden Bahnabschnitten zusammen, wobei sich die weiteren Angaben

ebenfalls auf den Bahngrund G<sub>22</sub>, G<sub>52</sub> beziehen. Ein erster Abschnitt wird mit dem Radius r<sub>i</sub> um den verschwenkten Mittelpunkt Z<sub>2</sub>' gebildet und geht bis zur Radialebene T<sub>2</sub> durch die Mittelpunkte Z<sub>2</sub>' und Z<sub>4</sub>'. Ein zweiter Abschnitt ist mit dem größeren Radius R<sub>ie</sub> um einen exzentrischen Mittelpunkt Z<sub>4</sub>' gebildet und reicht von der Radialebene T<sub>2</sub> bis zur inneren Stirnseite des Gelenkinnenteils.

[0040] In Fig. 8 ist die äußere Kugelbahn 17<sub>8</sub>, 47<sub>8</sub> aus drei Abschnitten S<sub>1</sub>, S<sub>3</sub> und S<sub>4</sub> gebildet. Der Abschnitt S<sub>1</sub> ist durch den Radius r<sub>a</sub> um den Mittelpunkt Z<sub>1</sub> definiert und reicht über die Radialebene T durch den Mittelpunkt Z<sub>1</sub> hinaus bis zum tangentialen Anschluß des Abschnitts S<sub>3</sub>. Der Abschnitt S<sub>3</sub> ist durch einen Gegenradius mit dem Radius r<sub>1a</sub> definiert und reicht bis zum Abschnitt S<sub>4</sub>. Der Abschnitt S<sub>4</sub> ist eine tangentielle Gerade anschließend an den Radius r<sub>1a</sub>. Die innere Kugelbahn 24<sub>8</sub>, 54<sub>8</sub> auf dem Gelenkinnenteil setzt sich aus entsprechenden Bahnabschnitten zusammen. Ein erster Abschnitt wird mit dem Radius r<sub>i</sub> um den verschwenkten Mittelpunkt Z<sub>2</sub>' gebildet. An diesen schließt sich ein zweiter Abschnitt mit dem Gegenradius r<sub>1a</sub> tangential an, der in eine nicht näher bezeichnete sich tangential anschließende Gerade übergeht.

[0041] In Fig. 9 ist die äußere Kugelbahn 17<sub>9</sub>, 47<sub>9</sub> durch drei Abschnitte S<sub>1</sub>, S<sub>3</sub> und S<sub>4</sub> gebildet. Hierbei ist S<sub>1</sub> durch einen Radius r<sub>a</sub> um den Mittelpunkt Z<sub>1</sub> definiert und reicht über die radiale Ebene T durch Z<sub>1</sub> hinaus bis zum Abschnitt S<sub>2</sub>. S<sub>2</sub> ist eine an den Abschnitt S<sub>1</sub> anschließende tangentielle Gerade, die mit der Achse L<sub>42</sub> einen Winkel b einschließt, und reicht bis zum Abschnitt S<sub>3</sub>. S<sub>3</sub> ist ein tangential an S<sub>2</sub> anschließender Gegenradius mit dem Radius r<sub>1a</sub> und reicht bis zum Abschnitt S<sub>4</sub>. Der Abschnitt S<sub>4</sub> ist eine tangential an den Abschnitt S<sub>3</sub> anschließende Gerade. Die innere Kugelbahn 24<sub>9</sub>, 54<sub>9</sub> auf dem Gelenkinnenteil setzt sich aus entsprechenden Bahnabschnitten zusammen. Ein erster Abschnitt wird um den verschwenkten Mittelpunkt Z<sub>2</sub>' gebildet. An diesen schließt sich eine nicht näher bezeichnete Gerade als zweiter Abschnitt an. Danach folgt ein dritter Abschnitt in Form eines sich tangential anschließenden Gegenradius r<sub>1i</sub> sowie ein vierter nicht näher bezeichneter Abschnitt in Form einer Geraden.

[0042] In Fig. 10 wird die äußere Kugelbahn 17<sub>10</sub>, 47<sub>10</sub> durch einen einheitlichen Abschnitt S<sub>1</sub> gebildet. Dieser ist durch einen Radius r<sub>a</sub> um einen exzentrischen Mittelpunkt Z<sub>3</sub> definiert, der auf der Achse L<sub>42</sub>, L<sub>12</sub> den Abstand OFF<sub>1</sub> vom Gelenkmittelpunkt M hat. Die innere Kugelbahn 24<sub>10</sub>, 54<sub>10</sub> wird entsprechend durch einen einheitlichen Abschnitt mit dem Radius r<sub>i</sub> um den verschwenkten exzentrischen Mittelpunkt Z<sub>4</sub>' gebildet, der auf der Achse L<sub>22</sub>, L<sub>52</sub> den Abstand OFF<sub>2</sub> vom Gelenkmittelpunkt hat.

[0043] In Fig. 11 ist die äußere Kugelbahn 17<sub>11</sub>, 47<sub>11</sub> durch zwei Abschnitte S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> gebildet. Der Abschnitt S<sub>1</sub> ist durch einen Radius r<sub>a</sub> um einen Mittelpunkt Z<sub>3</sub> definiert, der mit dem in Fig. 10 übereinstimmt und über die radiale Ebene T<sub>3</sub> durch den Mittelpunkt Z<sub>3</sub> hinausgeht bis zum Abschnitt S<sub>2</sub>. Der Abschnitt S<sub>2</sub> ist durch eine tangential an den Abschnitt S<sub>1</sub> anschließende Gerade unter dem Winkel b mit der Mittellinie L<sub>12</sub>, L<sub>42</sub> definiert. Die innere Kugelbahn 24<sub>11</sub>, 54<sub>11</sub> wird entsprechend durch einen ersten Abschnitt um den verschwenkten Mittelpunkt Z<sub>4</sub>' mit dem Radius r<sub>i</sub> und eine nicht näher bezeichnete sich tangential anschließende Gerade gebildet.

[0044] In Fig. 12 ist die äußere Kugelbahn 17<sub>12</sub>, 47<sub>12</sub> durch zwei Abschnitte S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> gebildet. Der Abschnitt S<sub>1</sub> ist durch einen Radius r<sub>a</sub> um den Mittelpunkt Z<sub>1</sub> definiert, der mit dem in Fig. 9 übereinstimmt und über die radiale Ebene T<sub>1</sub> durch den Mittelpunkt Z<sub>1</sub> hinausgeht bis zum Abschnitt S<sub>2</sub>. Der Abschnitt S<sub>2</sub> ist durch eine tangential an den Abschnitt S<sub>1</sub> anschließende Gerade unter dem Winkel b mit der

Mittellinie  $L_{12}$ ,  $L_{22}$  definiert. Die innere Kugelbahn **24**<sub>11</sub>, **54**<sub>11</sub> wird entsprechend durch einen ersten Abschnitt um den verschwenkten Mittelpunkt  $Z_2'$  mit dem Radius  $r_i$  und eine nicht näher bezeichnete sich tangential anschließende Gerade gebildet.

[0045] Wie bereits erklärt, können Kontaktpunkte der Kugel mit der äußeren Bahn bei anderen als runden Bahnquerschnittsformen auch jeweils mit Abstand vom Bahngrund sich gegenüberliegend in den Bahnflanken liegen.

#### Bezugszeichenliste

- 11. 41 Gelenk
- 12. 42 Gelenkaußenteil
- 13. 43 Ringteil
- 14. 44 Anschlußteil
- 15. 45 Zapfen
- 16. 46 Gelenköffnung
- 17. 47 äußere Kugelbahn
- 18. 48 innere Führungsfläche
- 19. 49 äußere Kugelbahn
- 22. 52 Gelenkinnenteil
- 23. 53 Welle
- 24. 54 innere Kugelbahn
- 25. 55 äußere Führungsfläche
- 26. 56 innere Kugelbahn
- 29. 59 Kugelkäfig
- 30. – Gleitfläche
- 31. – Gleitfläche
- 32. 62 Käfigfenster
- 35. 65 Kugel
- 36. 66 Bahnpaar
- , 67 Bahnpaar

#### Patentansprüche

1. Gleichlauffestgelenk (11) mit den folgenden Merkmalen:  
ein Gelenkaußenteil (12) hat eine erste Längsachse ( $L_{12}$ ) und axial zueinander entgegengesetzt liegend Anschlußteil (14) und Öffnung (16) und weist äußere Kugelbahnen (17) auf,  
ein Gelenkinnenteil (22) hat eine zweite Längsachse ( $L_{22}$ ) und weist innere Kugelbahnen (24) auf,  
die äußeren Kugelbahnen (17) haben Mittellinien ( $S_{12}$ ) und dazu äquidistant verlaufende Bahngrundlinien, die gekrümmt in Ebenen durch die erste Längsachse ( $L_{12}$ ) verlaufen,  
die inneren Kugelbahnen (24) haben Mittellinien ( $S_{22}$ ) und dazu äquidistant verlaufende Bahngrundlinien, die gekrümmt in Ebenen durch die zweite Längsachse ( $L_{22}$ ) verlaufen,  
die äußeren Kugelbahnen (17) und die inneren Kugelbahnen (24) bilden Bahnpaare miteinander, die jeweils eine drehmomentübertragende Kugel (35) aufnehmen, ein Kugelkäfig (29) sitzt zwischen Gelenkaußenteil (12) und Gelenkinnenteil (22) und weist umfangsverteilte Käfigfenster auf, die jeweils eine drehmomentübertragende Kugel (35) aufnehmen,  
die Mittelpunkte der Kugeln werden vom Käfig (29) bei gestrecktem Gelenk in einer Mittelebene (E) und bei Gelenkbeugung in der winkelhalbierenden Ebene (E') gehalten, die Mittellinien ( $S_{12}$ ,  $S_{22}$ ) der Bahnpaare sind bei gestrecktem Gelenk spiegelsymmetrisch zueinander in Bezug auf die Mittelebene (E) und bei Gelenkbeugung in Bezug auf die winkelhalbierende Ebene (E'),  
die Bahngrundlinien der Bahnpaare bilden jeweils ei-

nen Öffnungswinkel miteinander, der sich von der Öffnung (16) zum Anschlußteil (14) hin öffnet.

die Bahngrundlinien der äußeren Kugelbahnen (17) der Bahnpaare bilden an der Anschlußteilseite einen Radius  $r_a$ , dessen Mittelpunkt ( $Z_1$ ) auf der ersten Längsachse ( $L_{12}$ ) um einen ersten Offset  $OFF_1$  von der Mittelebene ( $E_{12}$ ) des Gelenkaußenteils zum Anschlußteil hin versetzt liegt und entfernen sich zur Öffnungsseite hin von einem Kreis mit diesem Radius  $r_a$  nach außen, die Bahngrundlinien der inneren Kugelbahnen (24) der Bahnpaare haben an der Öffnungsseite einen Radius  $r_i$ , dessen Mittelpunkt ( $Z_2$ ) auf der zweiten Längsachse ( $L_{22}$ ) um einen zweiten Offset  $OFF_2$  von der Mittelebene ( $E_{22}$ ) des Gelenkinnenteils zur Öffnung hin versetzt liegt und entfernen sich zur Anschlußteilseite hin von einem Kreis mit diesem Radius  $r_i$  nach außen.

2. Gelenk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bahngrundlinien jeweils aus einem Kreisbogenabschnitt ( $S_1$ ) mit dem Radius  $r_a$ ,  $r_i$  und einem sich tangential daran anschließenden Geradenabschnitt ( $S_2$ ) bestehen. (Fig. 12)

3. Gelenk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bahngrundlinien jeweils aus einem Kreisbogenabschnitt ( $S_1$ ) mit dem Radius  $r_a$ ,  $r_i$  und einem sich tangential daran anschließenden zweiten Kreisbogenabschnitt ( $S_5$ ) mit dem Radius  $R_{ae}$ ,  $R_{ie}$  bestehen, der größer ist als der Radius  $r_a$ ,  $r_i$ . (Fig. 7)

4. Gelenk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bahngrundlinien jeweils aus einem Kreisbogenabschnitt ( $S_1$ ) mit dem Radius  $r_a$ ,  $r_i$ , einem entgegengesetzt gekrümmten Kreisbogenabschnitt ( $S_3$ ) mit dem Radius  $r_{1a}$ ,  $r_{1i}$  und einer sich tangential anschließenden Geraden ( $S_4$ ) bestehen. (Fig. 8)

5. Gelenk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bahngrundlinien jeweils aus einem Kreisbogenabschnitt ( $S_1$ ) mit dem Radius  $r_a$ ,  $r_i$ , einem sich daran tangential anschließenden Geradenabschnitt ( $S_2$ ), einem entgegengesetzt zum Abschnitt ( $S_1$ ) gekrümmten Kreisbogenabschnitt ( $S_3$ ) mit dem Radius  $r_{1a}$ ,  $r_{1i}$  und einer sich tangential daran anschließenden Geraden ( $S_4$ ) bestehen. (Fig. 9)

6. Gleichlauffestgelenk (11) mit den folgenden Merkmalen:

ein Gelenkaußenteil (12) hat eine erste Längsachse ( $L_{12}$ ) und axial zueinander entgegengesetzt liegend Anschlußteil (14) und Öffnung (16) und weist äußere Kugelbahnen (17) auf,  
ein Gelenkinnenteil (22) hat eine zweite Längsachse ( $L_{22}$ ) und weist innere Kugelbahnen (24) auf,  
die äußeren Kugelbahnen (17) haben Mittellinien ( $S_{12}$ ) und dazu äquidistant verlaufende Bahngrundlinien, die gekrümmt in Ebenen durch die erste Längsachse ( $L_{12}$ ) verlaufen,  
die inneren Kugelbahnen (24) haben Mittellinien ( $S_{22}$ ) und dazu äquidistant verlaufende Bahngrundlinien, die gekrümmt in Ebenen durch die zweite Längsachse ( $L_{22}$ ) verlaufen,  
die äußeren Kugelbahnen (17) und die inneren Kugelbahnen (24) bilden Bahnpaare miteinander, die jeweils eine drehmomentübertragende Kugel (35) aufnehmen, ein Kugelkäfig (29) sitzt zwischen Gelenkaußenteil (12) und Gelenkinnenteil (22) und weist umfangsverteilte Käfigfenster auf, die jeweils eine drehmomentübertragende Kugel (35) aufnehmen,  
die Mittelpunkte der Kugeln werden vom Käfig (29) bei gestrecktem Gelenk in einer Mittelebene (E) und bei Gelenkbeugung in der winkelhalbierenden Ebene (E') gehalten, die Mittellinien ( $S_{12}$ ,  $S_{22}$ ) der Bahnpaare

sind bei gestrecktem Gelenk spiegelsymmetrisch zueinander in Bezug auf die Mittelebene (E) und bei Gelenkbeugung in Bezug auf die winkelhalbierenden Ebene (E'),

die Bahngrundlinien der Bahnpaare bilden jeweils einen Öffnungswinkel miteinander, der sich von der Öffnung (16) zum Anschlußteil (14) hin öffnet, die Bahngrundlinien der äußeren Kugelbahnen (17) der Bahnpaare haben durchgehend einen Radius  $r_a$ , dessen Mittelpunkt ( $Z_3$ ) jenseits der ersten Längsachse ( $L_{12}$ ) und um einen ersten Offset  $OFF_1'$  von der Mittelebene ( $E_{12}$ ) des Gelenkaußenteils zum Anschlußteil hin versetzt liegt, die Bahngrundlinien der inneren Kugelbahnen (24) der Bahnpaare haben durchgehend einen Radius  $r_i$ , dessen Mittelpunkt ( $Z_4$ ) jenseits der zweiten Längsachse ( $L_{22}$ ) und um einen zweiten Offset  $OFF_2'$  von der Mittelebene ( $E_{22}$ ) des Gelenkinnenteils zur Öffnung hin versetzt liegt. (Fig. 10)

7. Gleichlauflfestgelenk (11) mit den folgenden Merkmalen:

ein Gelenkaußenteil (12) hat eine erste Längsachse ( $L_{12}$ ) und axial zueinander entgegengesetzt liegend Anschlußteil (14) und Öffnung (16) und weist äußere Kugelbahnen (17) auf,

ein Gelenkinnenteil (22) hat eine zweite Längsachse ( $L_{22}$ ) und weist innere Kugelbahnen (24) auf,

die äußeren Kugelbahnen (17) haben Mittellinien ( $S_{12}$ ) und dazu äquidistant verlaufende Bahngrundlinien, die gekrümmt in Ebenen durch die erste Längsachse ( $L_{12}$ ) verlaufen,

die inneren Kugelbahnen (24) haben Mittellinien ( $S_{22}$ ) und dazu äquidistant verlaufende Bahngrundlinien, die gekrümmt in Ebenen durch die zweite Längsachse ( $L_{22}$ ) verlaufen,

die äußeren Kugelbahnen (17) und die inneren Kugelbahnen (24) bilden Bahnpaare miteinander, die jeweils eine drehmomentübertragende Kugel (35) aufnehmen, ein Kugelkäfig (29) sitzt zwischen Gelenkaußenteil (12) und Gelenkinnenteil (22) und weist umfangsverteilte Käfigfenster auf, die jeweils eine drehmomentübertragende Kugel (35) aufnehmen,

die Mittelpunkte der Kugeln werden vom Käfig (29) bei gestrecktem Gelenk in einer Mittelebene (E) und bei Gelenkbeugung in der winkelhalbierenden Ebene (E') gehalten,

die Mittellinien ( $S_{12}$ ,  $S_{22}$ ) der Bahnpaare sind bei gestrecktem Gelenk spiegelsymmetrisch zueinander in Bezug auf die Mittelebene (E) und bei Gelenkbeugung in Bezug auf die winkelhalbierende Ebene (E'),

die Bahngrundlinien der Bahnpaare bilden jeweils einen Öffnungswinkel miteinander, der sich von der Öffnung (16) zum Anschlußteil (14) hin öffnet,

die Bahngrundlinien der äußeren Kugelbahnen (17) dieser Bahnpaare bilden an der Anschlußteilseite einen Radius  $r_a$ , dessen Mittelpunkt ( $Z_3$ ) jenseits der ersten Längsachse ( $L_{12}$ ) und um einen ersten Offset  $OFF_1'$  von der Mittelebene ( $E_{12}$ ) des Gelenkaußenteils zum Anschlußteil hin versetzt liegt und entfernen sich zur Öffnungsseite hin von einem Kreis mit diesem Radius  $r_a$  nach außen,

die Bahngrundlinien der inneren Kugelbahnen (24) dieser Bahnpaare haben einen Radius  $r_i$ , dessen Mittelpunkt ( $Z_4$ ) jenseits der zweiten Längsachse ( $L_{22}$ ) und um einen zweiten Offset  $OFF_2'$  von der Mittelebene ( $E_{22}$ ) des Gelenkinnenteils zur Öffnungsseite hin versetzt liegt und entfernen sich zur Anschlußteilseite hin von einem Kreis mit diesem Radius  $r_i$  nach außen.

8. Gelenk nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Bahngrundlinien jeweils aus einem Kreisbogenabschnitt ( $S_1$ ) mit dem Radius  $r_a$ ,  $r_i$  und einem sich tangential daran anschließenden Geradenabschnitt ( $S_2$ ) bestehen. (Fig. 11)

9. Gelenk nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Bahngrundlinien jeweils aus einem Kreisbogenabschnitt ( $S_1$ ) mit dem Radius  $r_a$ ,  $r_i$ , einem entgegengesetzt zu diesem gekrümmten Kreisbogenabschnitt ( $S_3$ ) mit dem Radius  $r_{1a}$ ,  $r_{1i}$  und einer sich daran tangential anschließenden Geraden ( $S_4$ ) bestehen. (analog Fig. 5)

10. Gelenk nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Bahngrundlinien jeweils aus einem Kreisbogenabschnitt ( $S_1$ ) mit dem Radius  $r_a$ ,  $r_i$ , einem sich daran tangential anschließenden Geradenabschnitt ( $S_2$ ), einem entgegengesetzt zum Abschnitt ( $S_1$ ) gekrümmten Kreisbogenabschnitt ( $S_3$ ) mit dem Radius  $r_{1a}$ ,  $r_{1i}$  und einer sich tangential daran anschließenden Geraden  $S_4$  bestehen. (analog Fig. 9)

11. Gleichlauflfestgelenk (41) mit den folgenden Merkmalen:

ein Gelenkaußenteil (42) hat eine erste Längsachse ( $L_{42}$ ) und axial zueinander entgegengesetzt liegend Anschlußteil (44) und Öffnung (46) und weist äußere Kugelbahnen (47, 49) auf,

ein Gelenkinnenteil (52) hat eine zweite Längsachse ( $L_{52}$ ) und weist innere Kugelbahnen (54, 56) auf,

die äußeren Kugelbahnen (47, 49) haben Mittellinien ( $S_{42}$ ) und dazu äquidistant verlaufende Bahngrundlinien, die gekrümmt in Ebenen durch die erste Längsachse ( $L_{42}$ ) verlaufen,

die inneren Kugelbahnen (54, 56) haben Mittellinien ( $S_{52}$ ) und dazu äquidistant verlaufende Bahngrundlinien, die gekrümmt in Ebenen durch die zweite Längsachse ( $L_{52}$ ) verlaufen,

die äußeren Kugelbahnen (47, 49) und die inneren Kugelbahnen (54, 56) bilden Bahnpaare miteinander, die jeweils eine drehmomentübertragende Kugel (65) aufnehmen,

ein Kugelkäfig (59) sitzt zwischen Gelenkaußenteil (42) und Gelenkinnenteil (52) und weist umfangsverteilte Käfigfenster auf, die jeweils eine drehmomentübertragende Kugel (65) aufnehmen,

die Mittelpunkte der Kugeln (65) werden vom Käfig (59) bei gestrecktem Gelenk in einer Mittelebene (E) und bei Gelenkbeugung in der winkelhalbierenden Ebene (E') gehalten,

die Mittellinien der Bahnpaare sind bei gestrecktem Gelenk spiegelsymmetrisch zueinander in Bezug auf die Mittelebene (E) und bei Gelenkbeugung in Bezug auf die winkelhalbierende Ebene (E'),

die Bahngrundlinien der Bahnpaare bilden jeweils einen Öffnungswinkel miteinander, der Öffnungswinkel eines Teils der Bahnpaare (49, 56) öffnet sich vom Anschlußteil (44) zur Öffnung (46) hin,

der Öffnungswinkel eines anderen Teils der Bahnpaare (47, 54) öffnet sich von der Öffnung (46) zum Anschlußteil (44) hin,

die Bahngrundlinien der äußeren Kugelbahnen (47) dieser letzteren Bahnpaare bilden an der Anschlußteilseite einen Radius  $r_a$ , dessen Mittelpunkt ( $Z_1$ ) auf der ersten Längsachse ( $L_{42}$ ) um einen ersten Offset  $OFF_1$  von der Mittelebene ( $E_{42}$ ) des Gelenkaußenteils zum Anschlußteil hin versetzt liegt und entfernen sich zur Öffnungsseite hin von einem Kreis mit diesem Radius  $r_a$  nach außen,



die Bahngrundlinien der inneren Kugelbahnen (54) dieser letzteren Bahnpaare haben an der Öffnungsseite einen Radius  $r_i$ , dessen Mittelpunkt ( $Z_2$ ) auf der zweiten Längsachse ( $L_{52}$ ) um einen zweiten Offset  $OFF_2$  von der Mittelebene ( $E_{52}$ ) des Gelenkinnenteils zur Öffnung hin versetzt liegt und entfernen sich zur Anschlußseite hin von einem Kreis mit diesem Radius  $r_i$  nach außen.

12. Gelenk nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Bahngrundlinien der letzteren Bahnpaare (47, 54) jeweils aus einem Kreisbogenabschnitt ( $S_1$ ) mit dem Radius  $r_a$ ,  $r_i$  und einem sich tangential daran anschließenden Geradenabschnitt ( $S_2$ ) bestehen. (Fig. 12)

13. Gelenk nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Bahngrundlinien der letzteren Bahnpaare (47, 54) jeweils aus einem Kreisbogenabschnitt ( $S_1$ ) mit dem Radius  $r_a$ ,  $r_i$  und einem sich tangential daran anschließenden zweiten Kreisbogenabschnitt ( $S_5$ ) mit dem Radius  $R_{ae}$ ,  $R_{ie}$  bestehen, der größer ist als der Radius  $r_a$ ,  $r_i$ . (Fig. 7)

14. Gelenk nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Bahngrundlinien der letzteren Bahnpaare (47, 54) jeweils aus einem Kreisbogenabschnitt ( $S_1$ ) mit dem Radius  $r_a$ ,  $r_i$ , einem entgegengesetzt gekrümmten Kreisbogenabschnitt ( $S_3$ ) mit dem Radius  $r_{1a}$ ,  $r_{1i}$  und einer sich daran tangential anschließenden Geraden ( $S_4$ ) bestehen. (Fig. 8)

15. Gelenk nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Bahngrundlinien der letzteren Bahnpaare (47, 54) jeweils aus einem Kreisbogenabschnitt ( $S_1$ ) mit dem Radius  $r_a$ ,  $r_i$ , einem sich daran tangential anschließenden Geradenabschnitt ( $S_2$ ), einem entgegengesetzt zum Abschnitt ( $S_1$ ) gekrümmten Kreisbogenabschnitt ( $S_3$ ) mit dem Radius  $r_{1a}$ ,  $r_{1i}$  und einer sich tangential daran anschließenden Geraden ( $S_4$ ) bestehen. (Fig. 9)

16. Gleichlauftfestgelenk (41) mit den folgenden Merkmalen:

ein Gelenkaußenteil (42) hat eine erste Längsachse ( $L_{42}$ ) und axial zueinander entgegengesetzt liegend Anschlußteil (44) und Öffnung (46) und weist äußere Kugelbahnen (47) auf,

ein Gelenkinnenteil (42) hat eine zweite Längsachse ( $L_{52}$ ) und weist innere Kugelbahnen (54) auf, die äußeren Kugelbahnen (47) haben Mittellinien ( $S_{42}$ ) und dazu äquidistant verlaufende Bahngrundlinien, die gekrümmt in Ebenen durch die erste Längsachse ( $L_{42}$ ) verlaufen,

die inneren Kugelbahnen (54) haben Mittellinien ( $S_{52}$ ) und dazu äquidistant verlaufende Bahngrundlinien, die gekrümmt in Ebenen durch die zweite Längsachse ( $L_{52}$ ) verlaufen,

die äußeren Kugelbahnen (47) und die inneren Kugelbahnen (54) bilden Bahnpaare miteinander, die jeweils eine drehmomentübertragende Kugel (65) aufnehmen, ein Kugelkäfig (59) sitzt zwischen Gelenkaußenteil (42) und Gelenkinnenteil (52) und weist umfangsverteilte Käfigfenster auf, die jeweils eine drehmomentübertragende Kugel (65) aufnehmen, die Mittelpunkte der Kugeln werden vom Käfig (59) bei gestrecktem Gelenk in einer Mittelebene (E) und bei Gelenkbeugung in der winkelhalbierenden Ebene (E') gehalten,

die Mittellinien der Bahnpaare sind bei gestrecktem Gelenk spiegelsymmetrisch zueinander in Bezug auf die Mittelebene (E) und bei Gelenkbeugung in Bezug auf die winkelhalbierende Ebene (E'),

die Bahngrundlinien der Bahnpaare bilden jeweils einen Öffnungswinkel miteinander, der Öffnungswinkel eines Teils der Bahnpaare (49, 56) öffnet sich vom Anschlußteil (44) zur Öffnung (46) hin,

der Öffnungswinkel eines anderen Teils der Bahnpaare (47, 54) öffnet sich von der Öffnung (46) zum Anschlußteil (44) hin,

die Bahngrundlinien der äußeren Kugelbahnen (47) dieser letzteren Bahnpaare haben durchgehend einen Radius  $r_a$ , dessen Mittelpunkt ( $Z_3$ ) jenseits der ersten Längsachse ( $L_{42}$ ) und um einen ersten Offset  $OFF_1$  von der Mittelebene ( $E_{42}$ ) des Gelenkaußenteils zum Anschlußteil hin versetzt liegt,

die Bahngrundlinien der inneren Kugelbahnen (54) dieser letzteren Bahnpaare haben durchgehend einen Radius  $r_i$ , dessen Mittelpunkt ( $Z_4$ ) jenseits der zweiten Längsachse ( $L_{52}$ ) und um einen zweiten Offset  $OFF_2$  von der Mittelebene ( $E_{52}$ ) des Gelenkinnenteils zur Öffnung hin versetzt liegt. (Fig. 10)

17. Gleichlauftfestgelenk (41) mit den folgenden Merkmalen:

ein Gelenkaußenteil (42) hat eine erste Längsachse ( $L_{42}$ ) und axial zueinander entgegengesetzt liegend Anschlußteil (44) und Öffnung (46) und weist äußere Kugelbahnen (47) auf,

ein Gelenkinnenteil (52) hat eine zweite Längsachse ( $L_{52}$ ) und weist innere Kugelbahnen (54) auf,

die äußeren Kugelbahnen (47) haben Mittellinien ( $S_{42}$ ) und dazu äquidistant verlaufende Bahngrundlinien, die gekrümmt in Ebenen durch die erste Längsachse ( $L_{42}$ ) verlaufen,

die inneren Kugelbahnen (54) haben Mittellinien ( $S_{52}$ ) und dazu äquidistant verlaufende Bahngrundlinien, die gekrümmt in Ebenen durch die zweite Längsachse ( $L_{52}$ ) verlaufen,

die äußeren Kugelbahnen (47) und die inneren Kugelbahnen (54) bilden Bahnpaare miteinander, die jeweils eine drehmomentübertragende Kugel (65) aufnehmen, ein Kugelkäfig (59) sitzt zwischen Gelenkaußenteil (42) und Gelenkinnenteil (52) und weist umfangsverteilte Käfigfenster auf, die jeweils eine drehmomentübertragende Kugel (65) aufnehmen,

die Mittelpunkte der Kugeln werden vom Käfig (59) bei gestrecktem Gelenk in einer Mittelebene (E) und bei Gelenkbeugung in der winkelhalbierenden Ebene (E') gehalten,

die Mittellinien der Bahnpaare sind bei gestrecktem Gelenk spiegelsymmetrisch zueinander in Bezug auf dieser Mittelebene (E) und bei Gelenkbeugung in Bezug auf die winkelhalbierende Ebene (E'),

der Öffnungswinkel eines Teils der Bahnpaare (49, 56) öffnet sich vom Anschlußteil (44) zur Öffnung (46) hin,

der Öffnungswinkel eines anderen Teils der Bahnpaare (47, 54) öffnet sich von der Öffnung (46) zum Anschlußteil (44) hin,

die Bahngrundlinien der äußeren Kugelbahnen (47) dieser letzteren Bahnpaare bilden an der Anschlußseite einen Radius  $r_a$ , dessen Mittelpunkt ( $Z_3$ ) jenseits der ersten Längsachse ( $L_{42}$ ) und um einen ersten Offset  $OFF_1$  von der Mittelebene ( $E_{42}$ ) des Gelenkaußenteils zum Anschlußteil hin versetzt liegt und entfernen sich zur Öffnungsseite von einem Kreis mit diesem Radius  $r_a$  nach außen,

die Bahngrundlinien der inneren Kugelbahnen (54) dieser letzteren Bahnpaare haben einen Radius  $r_i$ , dessen Mittelpunkt ( $Z_4$ ) jenseits der zweiten Längsachse



(L<sub>52</sub>) und um einen zweiten Offset  $Off_2$  von der Mittelebene (E<sub>52</sub>) des Gelenkinnenteils zur Öffnung hin versetzt liegt und entfernen sich zur Anschlußteilseite hin von einem Kreis mit diesem Radius  $r_i$  nach außen.

18. Gelenk nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Bahngrundlinien der letzteren Bahnpaare jeweils aus einem Kreisbogenabschnitt (S<sub>1</sub>) mit dem Radius  $r_a$ ,  $r_i$ , und einem sich tangential daran anschließenden Geradenabschnitt (S<sub>2</sub>) bestehen. (Fig. 11)

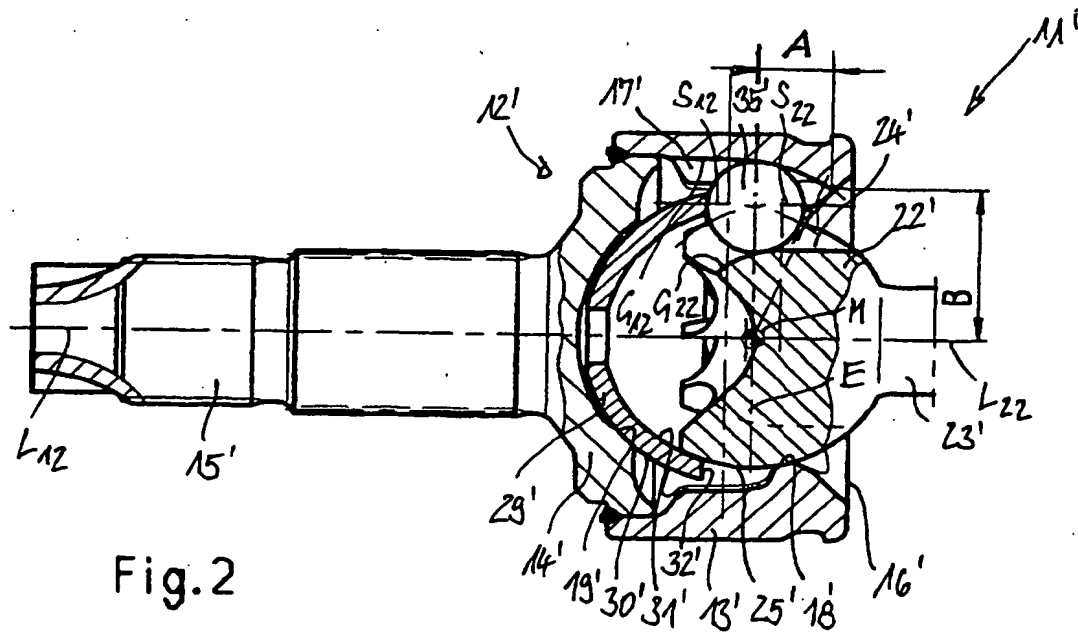
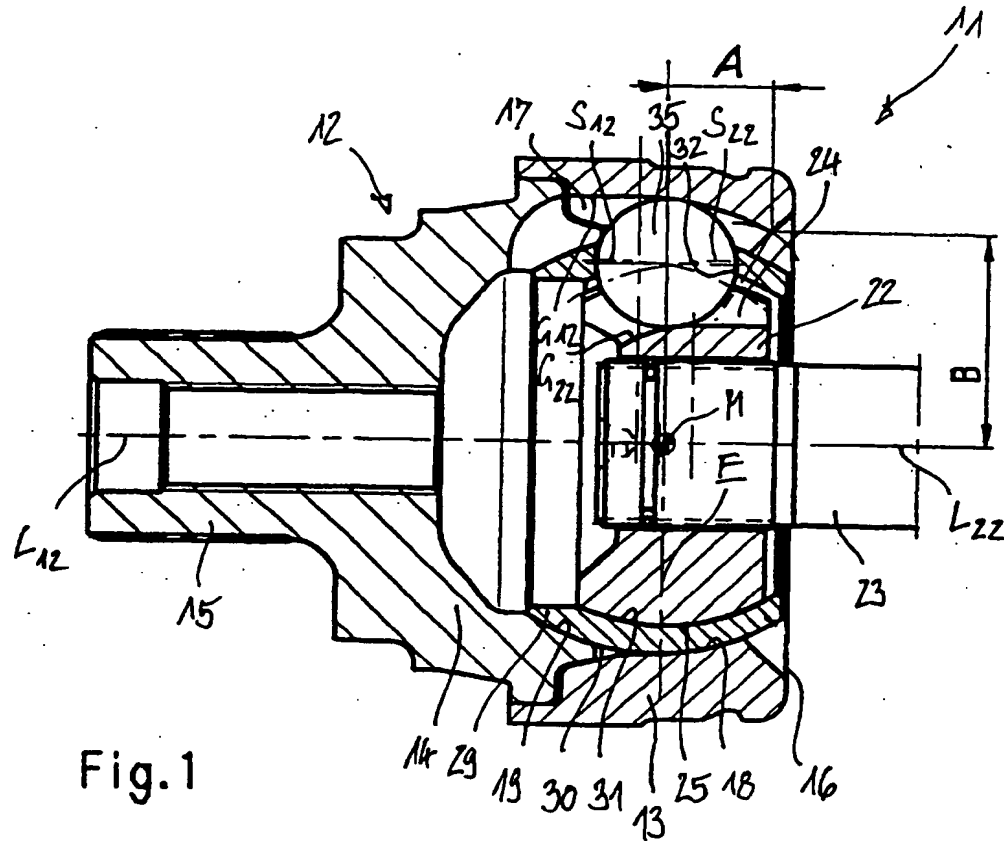
19. Gelenk nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Bahngrundlinien der letzteren Bahnpaare jeweils aus einem Kreisbogenabschnitt (S<sub>1</sub>) mit dem Radius  $r_a$ ,  $r_i$ , einem entgegengesetzt zu diesem gekrümmten Kreisbogenabschnitt (S<sub>3</sub>) mit dem Radius  $r_{1a}$ ,  $r_{1i}$  und einer sich daran tangential anschließenden Geraden (S<sub>4</sub>) bestehen. (analog Fig. 8)

20. Gelenk nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Bahngrundlinien der letzteren Bahnpaare jeweils aus einem Kreisbogenabschnitt (S<sub>1</sub>) mit dem Radius  $r_a$ ,  $r_i$ , einem sich daran tangential anschließenden Geradenabschnitt (S<sub>2</sub>), einem entgegengesetzt zum Abschnitt (S<sub>1</sub>) gekrümmten Kreisbogenabschnitt (S<sub>2</sub>) mit dem Radius  $r_{1a}$ ,  $r_{1i}$  und einer sich tangential daran anschließenden Geraden S<sub>4</sub> bestehen. (analog Fig. 9)

---

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

---



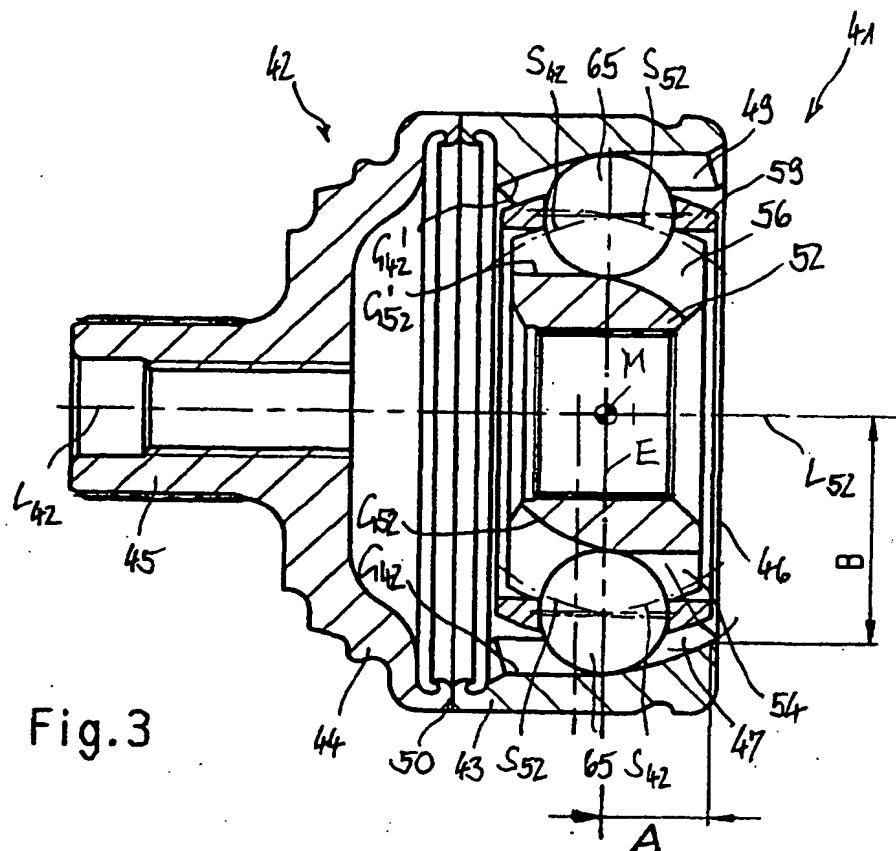


Fig.3

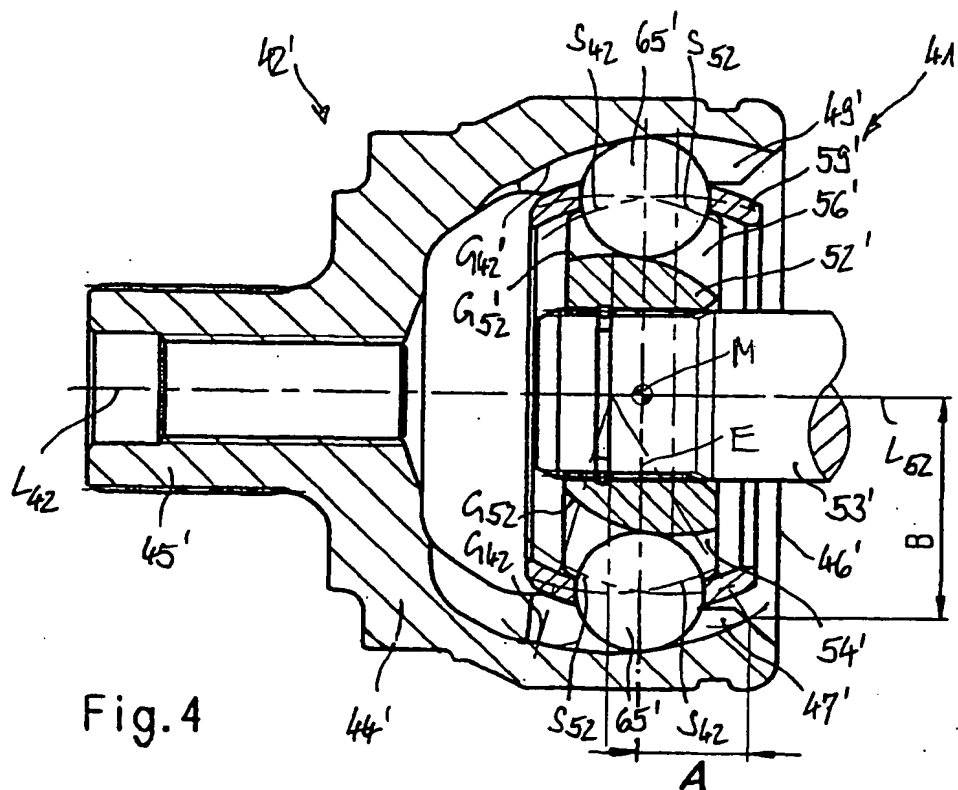


Fig. 4

